

现代高层建筑幕墙施工技术分析

马海猛

浙江中南建设集团有限公司 浙江 杭州 310052

摘要：现代高层建筑幕墙施工技术涉及材料选择、加工安装及质量控制等多个环节。高性能玻璃、金属材料和密封胶的选用，结合吊装、滑移等安装方式，确保幕墙美观与功能兼具。BIM、无人机及机器人等技术的应用，提升了施工效率与质量。同时，物联网、3D打印、AR及AI技术的创新应用，为幕墙施工带来了革命性变革，保障了幕墙的安全性与耐久性，推动了建筑行业的可持续发展。

关键词：高层建筑幕墙施工技术；密封材料创新；AI质量控制

引言

随着城市化进程的加快，高层建筑幕墙作为城市天际线的重要组成部分，其施工技术的重要性日益凸显。从材料选择到加工安装，每一步都关乎建筑的整体品质与安全性。现代幕墙施工技术不仅追求美观与功能，更注重节能、环保与智能化。本文旨在探讨现代高层建筑幕墙施工技术的创新与应用，以为建筑行业的可持续发展提供参考。

1 现代高层建筑幕墙施工技术的重要性

现代高层建筑幕墙施工技术的重要性，在于它关乎建筑外观的美学呈现，更是确保建筑安全性、功能性和耐久性的关键环节。作为城市天际线的直观展现，幕墙的施工技术直接决定了高层建筑的整体品质与形象。随着建筑科技的飞速发展，幕墙材料的选择、加工及安装工艺均达到了前所未有的高度，这些技术的革新提升了建筑的视觉美感，更在节能、环保、抗风压、防水防潮等方面展现出卓越性能。在现代高层建筑施工中，幕墙作为外围护结构，承受着来自自然环境的多重考验，如强风、暴雨、高温、严寒等极端气候条件。幕墙施工技术的先进性与可靠性，对于保障建筑内部环境的舒适稳定至关重要。先进的施工技术能确保幕墙结构的稳固与密封，有效隔绝外界不利因素，为建筑提供持久保护。随着智能化、绿色化建筑理念的深入人心，幕墙施工技术也在不断创新，以适应更高标准的环保节能要求。幕墙施工技术的优化，还直接关系到施工效率与成本控制。高效、精准的施工技术能缩短工期，减少资源浪费，提升整体项目的经济效益。深入探索与研究现代高层建筑幕墙施工技术，是提升建筑品质与安全的需要，更是推动建筑业可持续发展的必然选择。

2 幕墙材料的选择与创新

2.1 玻璃材料

在现代高层建筑幕墙体系里，玻璃材料占据着举足轻重的地位，其品质与性能对幕墙整体效能有着决定性影响。鉴于高层建筑的特殊环境与功能需求，高性能、低辐射（Low-E）玻璃成为当下幕墙应用的主流选择。Low-E玻璃的卓越性能源于其独特的镀膜工艺。在玻璃表面镀上数层具有特殊光学性能的薄膜，Low-E玻璃在可见光范围内具有较高的透过率，确保室内能获得充足的自然采光，营造明亮通透的空间环境。同时对红外线和紫外线具有出色的阻隔能力。在夏季，能有效反射来自外界的热辐射，减少室内制冷负荷；冬季则可将室内的长波热辐射反射回室内，降低热量散失，实现高效的保温隔热，明显降低建筑能耗，为建筑节能目标的达成提供有力支持。随着材料科学领域纳米技术的飞速发展，自洁玻璃作为一种创新型产品登上舞台。自洁玻璃的表面经过特殊的纳米涂层处理，该涂层通常含有光催化材料，如二氧化钛。在光照条件下，光催化材料被激活，能产生具有强氧化性的自由基，这些自由基可以将附着在玻璃表面的有机污渍分解为二氧化碳和水等无害物质，随着雨水冲刷或自然风干，玻璃表面得以保持洁净。自洁玻璃的出现，大幅降低了高层建筑幕墙的清洁成本与维护难度，还能始终维持建筑外观的美观整洁，为建筑的长期运营带来可观的经济效益与美学价值。

2.2 金属材料

在现代高层建筑幕墙的构建中，金属材料的选择与创新扮演着至关重要的角色。（1）铝合金型材凭借其轻质、高强度的特性，成为幕墙支撑结构的首选材料。这种材料能有效减轻建筑主体结构的负荷，还确保了幕墙结构的稳固性，尤其适用于对轻量化要求较高的高层建筑。（2）铝合金型材的耐腐蚀性极为出色，能在各种复杂自然环境中保持长时间稳定，明显降低因腐蚀导致的结构损坏风险，延长幕墙的使用寿命。随着现代建筑

设计风格的多元化,对铝合金型材的设计要求也日益提高。设计师们通过精心优化型材的截面形状与尺寸,使其在满足结构力学要求的同时,还能与建筑的整体外观设计完美融合,赋予建筑独特的艺术美感。(3)为提升幕墙的耐久性,关键部位如连接件和紧固件,越来越多地采用不锈钢或钛合金材料。不锈钢因其良好的耐腐蚀性和高强度,能在恶劣环境中保持稳固连接;而钛合金则以其卓越的强度重量比、耐高温和抗腐蚀性能,在幕墙的关键节点处发挥着不可替代的作用,确保幕墙的长期稳定性和安全性。

2.3 密封材料

在现代高层建筑幕墙施工中,密封材料是确保幕墙防水与气密性能的关键要素,其品质直接关乎幕墙的整体效能。高性能硅酮密封胶因具备多项卓越特性而被广泛采用,它展现出卓越的耐候性和耐老化能力,能在极端气候条件下保持稳定的物理性能,抵御高温、低温及紫外线长期照射的侵蚀,确保密封效果的持久性。硅酮密封胶还具备优异的弹性,能应对幕墙因温度波动、风力作用等产生的微小形变,有效阻挡雨水渗透和空气泄漏,为幕墙的防水与气密性提供坚实保障。随着环保意识的全球觉醒,幕墙施工领域对密封材料的环保要求日益提升,无毒无害的环保密封材料正逐渐成为行业新宠,它们在满足密封性能的同时,采用环保原材料和生产工艺,减轻了对环境的负担及对人体健康的潜在影响,符合绿色建筑的发展趋势,为建筑使用者营造了更加健康舒适的室内空间,有力推动了建筑行业的可持续发展进程。

3 施工流程与创新

3.1 测量放线

在现代高层建筑幕墙施工过程中,测量放线作为首要且核心环节,对幕墙安装的精准度具有决定性影响。(1)随着科技进步,高精度测量仪器如全站仪、激光测距仪等已被广泛应用于幕墙施工测量中。全站仪能迅速、准确地测定角度和距离,通过先进的测量原理,如极坐标法,在复杂施工环境中精确定位测量点的三维坐标。激光测距仪则凭借激光束的高精度传播特性,实现了长距离测量的高准确性,显著降低了测量误差。(2)三维建模技术与测量工作的深度融合,进一步提升了测量放线的效率与精度。通过三维建模,施工人员能在虚拟环境中规划测量路径,模拟测量流程,预先识别潜在问题。(3)BIM技术的引入为测量放线工作带来了革命性变革。借助BIM技术,施工前即可对幕墙进行虚拟安装,全面检查幕墙与建筑主体结构的空间关系、构件连接合理性及测量数据的

准确性,有效避免实际施工中的返工现象,大幅提升施工效率与质量,同时降低了施工成本。

3.2 支撑结构安装

在现代高层建筑幕墙支撑结构的安装中,模块化、标准化的设计理念得到大力推行。这种设计理念将支撑结构划分为多个标准模块,每个模块在工厂进行预制加工,确保了构件的尺寸精度和质量稳定性。在施工现场,通过螺栓连接、焊接等成熟的连接方式,能快速、准确地将各个模块组装成完整的支撑结构。螺栓连接具有安装便捷、拆卸方便的优点,便于后期的维护和更换;焊接则能提供高强度的连接,确保结构的整体性和稳定性。近年来,随着无人机技术的不断成熟,其在建筑施工领域的应用越来越广泛。在幕墙支撑结构安装中,无人机展现出独特的优势。由于高层建筑幕墙的支撑结构安装往往涉及高空作业,存在一定的危险性和施工难度。无人机可以搭载专业的施工设备,如小型吊运装置、定位仪器等,在高空进行精确的定位和操作。通过预先设定的飞行路线和程序,无人机能够将支撑结构构件准确地吊运至安装位置,辅助施工人员进行安装,提高了施工效率,同时降低了施工人员的高空作业风险,无人机还可以利用其携带的高清摄像头,对施工现场进行实时监控,及时反馈施工进度和质量情况,为施工管理提供有力支持^[1]。

3.3 玻璃及金属面板安装

(1)吊装和滑移等前沿安装方式在当前实践中备受推崇。吊装安装利用大型起重机等专业设备,通过适配面板特性的专业吊具与高强度绳索,确保面板从地面至指定安装位置的平稳吊运,全程保障面板安全,避免任何形式的损坏。(2)高精度定位技术在提升安装效率与质量方面发挥着不可或缺的作用。借助全球定位系统(GPS)及全站仪等先进设备,施工人员能实时监测面板的位置与姿态,通过与设计要求的比对,及时调整安装偏差,确保面板安装精度与设计标准完全吻合,为幕墙的美观与稳定性奠定坚实基础。(3)随着人工智能与机器人技术的快速发展,机器人在面板安装中的应用日益广泛。这些机器人凭借卓越的高精度运动控制能力和智能感知系统,能按照预设程序精准抓取、搬运和安装面板,并通过传感器实时监测安装状态,自动调整偏差,确保面板拼接缝隙均匀,提升安装质量的稳定性与可靠性,引领幕墙施工向智能化、高效化方向迈进^[2]。

3.4 密封处理

密封处理作为幕墙施工的最后关键步骤,对幕墙的防水、防风性能起着决定性作用。在现代高层建筑幕墙

施工中,打胶机、注胶枪等专业设备被广泛应用于密封胶的注射工作。打胶机可实现密封胶的定量、匀速挤出,保证密封胶的注射量和注射速度稳定可控。注胶枪则适用于一些狭小空间或精细部位的密封胶注射,操作灵活方便。结合高精度控制技术,如压力传感器、流量控制器等,能实现密封胶的均匀、连续注射,确保密封胶在幕墙缝隙中填充饱满,无气泡、无断层。为了提高密封效果,新型密封材料不断涌现并在工程中得到应用。双组分密封胶由两种不同的材料混合而成,在混合过程中发生化学反应,形成具有高强度和高弹性的密封胶。这种密封胶具有更好的粘结性能和耐老化性能,能适应幕墙在各种环境条件下的变形,有效防止雨水渗透和空气泄漏。发泡密封胶则是一种具有膨胀特性的密封材料,在注射到幕墙缝隙后,能迅速膨胀并填充缝隙,形成紧密的密封层。发泡密封胶具有良好的填充性和柔韧性,有效填补不规则缝隙,提高密封的可靠性。

4 质量控制与技术创新

4.1 质量控制

(1)在现代高层建筑幕墙施工中,质量控制是保障幕墙安全稳定运行、达成预期建筑功能的关键。材料采购是质量把控的源头,施工方依据严格的质量标准筛选供应商,对每批材料,如玻璃的光学性能、金属材料的强度与耐腐蚀性等指标进行抽检,确保其符合设计要求。(2)在加工制作阶段,借助高精度加工设备与先进工艺,对构件尺寸精度和表面质量严格把关。通过首件检验确定加工参数的准确性,利用过程巡检监控加工过程,进行成品检验杜绝不合格产品进入下一环节。安装施工时,施工人员依照施工规范和质量标准操作,每完成一道工序便进行质量验收,保障安装精度和连接牢固性。(3)竣工验收阶段,组建专业验收团队,全面检测幕墙的气密、水密、抗风压等性能。值得一提的是,物联网技术为质量控制带来革新。施工现场布置温度、应力等各类传感器,实时采集数据并上传云平台分析。一旦数据异常,系统即刻预警,施工人员能迅速定位并解决问题,实现施工过程动态监控和质量问题的提前预防,全方位保障幕墙施工质量^[1]。

4.2 技术创新

3D打印技术为幕墙模型制作带来革新,以往制作物理模型需耗费大量时间和材料,如今借助3D打印技术,能快速将数字化设计转化为实体模型。在虚拟安装和调试环节,技术人员可通过模型提前发现设计中的不合理之处,如构件之间的碰撞、安装顺序的不合理等,及时进行优化,减少现场施工的错误和返工。AR(增强现实)技术在幕墙施工指导和培训方面展现出独特优势。施工人员通过佩戴AR设备,可在施工现场实时获取施工指导信息,如构件的安装位置、安装顺序、操作要点等,这些信息以虚拟图像的形式叠加在现实场景中,直观易懂,有效提升施工效率和准确性。利用AR技术开展培训,能让新员工身临其境地体验施工过程,快速掌握施工技能。AI(人工智能)技术则在幕墙施工质量检测和评估中发挥重要作用。通过对大量施工数据和质量检测数据的学习,AI算法能识别质量缺陷的特征,实现对幕墙施工质量的智能检测。如利用计算机视觉技术结合AI算法,对幕墙表面的裂缝、变形等缺陷进行自动识别和分析,快速准确地评估施工质量,降低人工检测的主观性和漏检率,为幕墙施工质量提供更可靠的保障,同时降低施工成本和风险^[4]。

结束语

综上所述,现代高层建筑幕墙施工技术的创新与应用,不仅提升了幕墙的美观与功能性,还保障了建筑的安全性与耐久性。随着科技的不断进步,更多新技术将融入幕墙施工中,推动行业向更高效、更环保、更智能的方向发展。未来,高层建筑幕墙施工技术将不断创新,为城市天际线增光添彩,同时积极促进建筑行业的可持续发展,为绿色建筑事业贡献力量。

参考文献

- [1]张广兴.现代高层建筑幕墙施工关键技术分析[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024:1-4.
- [2]彭海坤.现代高层建筑玻璃幕墙施工技术关键分析[J].建筑与装饰,2023(3):157-159.
- [3]黄红雷.现代高层建筑幕墙施工技术分析[J].装饰装修天地,2020(12):193-194.
- [4]李建生.现代高层建筑幕墙施工技术分析[J].消费导刊,2020(14):33-34.